PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-322192
(43)Date of publication of application : 12.12.1997

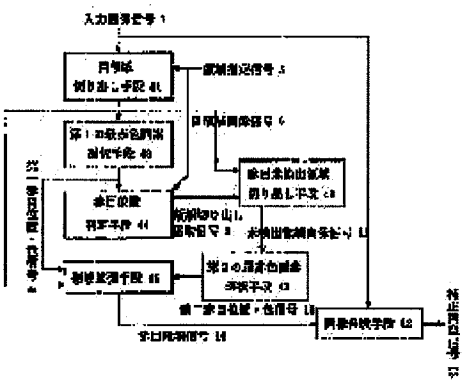
(51)Int.Cl. H04N 9/74
G03B 15/05
G03B 27/73
G03B 27/80
G06T 1/00
H04N 9/04
H04N 9/64

(21)Application number : 08-135427
(22)Date of filing : 29.05.1996

(71)Applicant : NEC CORP
(72)Inventor : SAKAMOTO SHIZUO

(54) DETECTION AND CORRECTION DEVICE FOR PINK-EYE EFFECT

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the pink-eye effect detection and correction device with a high detection capability in which the number of red-eyes in an area including pink-eyes is decided automatically and the position is detected and corrected by designating the area including one pink-eye or both pink-eyes by the user based on an image picked up with pink-eyes.
SOLUTION: A 1st reddest picture element selection means 43 detects a reddest picture element from an object area image signal 6 and provides an output of a coordinate of the picture element and color information as a 1st pink-eye position color signal 8, and a pink-eye position decision means 44 decides whether or not the other pink-eye is in existence and segments the presence region of the pink-eye when in existence. A 2nd reddest picture element selection means 47 detects a reddest picture element from the region and provides an output of a coordinate of the picture element and color information as a 2nd pink-eye position color signal 12. A region expansion means 45 detects the pink-eye region based on the signal 8, 12 and an image synthesis means 48 revises the pink-eye region into a natural pupil color and provides an output of a natural face image.



(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号

特開平9－322192

(43)公開日　平成９年(1997)12月12日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	庁内整理番号	ＦＩ		技術表示箇所
Ｈ０４Ｎ　9/74			Ｈ０４Ｎ　9/74	Ｚ	
Ｇ０３Ｂ　15/05			Ｇ０３Ｂ　15/05		
27/73			27/73		
27/80			27/80		
Ｇ０６Ｔ　1/00			Ｈ０４Ｎ　9/04	Ｂ	

審査請求　有　請求項の数５　ＯＬ　（全 13 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平8－135427

(22)出願日　平成８年(1996)５月29日

(71)出願人　000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目７番１号

(72)発明者　坂本　静生
東京都港区芝五丁目７番１号　日本電気株式会社内

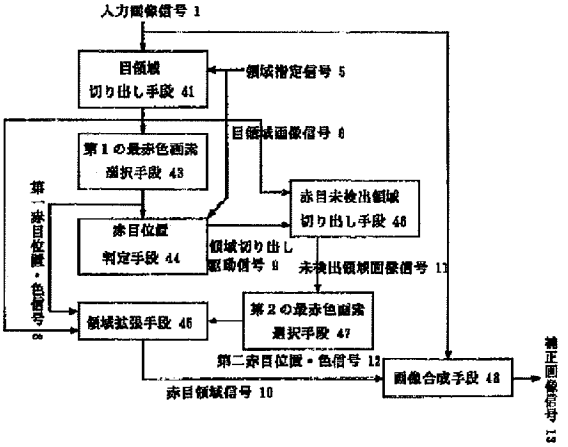
(74)代理人　弁理士　京本　直樹　（外２名）

(54)【発明の名称】　赤目検出補正装置

(57)【要約】

【課題】　目が赤く撮影された画像から、赤くなっている片目あるいは両目を含む領域をユーザから指示することで、領域内の赤目個数を自動判定して位置を検出して修正することができる、検出能力の高い赤目検出補正装置を提供する。

【解決手段】　第１の最赤色画素選択手段４３は、目領域画像信号６から最も赤い画素を検出して画素の座標値と色情報を第一赤目位置色信号８として出力し、赤目位置判定手段４４は、もう一つの赤目が存在するか否かを判定し、存在する場合には、該赤目の存在領域を切り出す。第２の最赤色画素選択手段４７は、該領域の中で最も赤い画素を検出して該画素の座標値と色情報を第二赤目位置色信号１２として出力する。領域拡張手段４５は、信号８と信号１２から赤目領域を検出し、画像合成手段４８は、該赤目領域を自然な瞳色へと変更して自然な顔画像を出力する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】赤目を含む画像と、赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号を入力として、赤目を含む領域を切り出す目領域切り出し手段と、

前記目領域切り出し手段から出力される赤目を含む領域から、最も赤い画素を検出して該画素の座標値と色情報を出力する第1の最赤色画素選択手段と、

前記赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号と、前記第1の最赤色画素選択手段から出力される最も赤い画素の座標値から、領域内にもう一つ赤目が存在するかどうか判定し、存在すると判定した場合にもう一つの赤目が存在する領域を切り出す指令信号を出力する赤目位置判定手段と、

前記赤目位置判定手段から出力される領域切り出し指令信号を入力として、前記目領域切り出し手段から出力される赤目を含む領域から、もう一つの赤目が存在する領域を切り出す赤目未検出領域切り出し手段と、

前記赤目未検出領域切り出し手段から出力されるもう一つの赤目が存在する領域から最も赤い画素を検出して該画素の座標値と色情報を出力する第2の最赤色画素選択手段と、

前記第1の最赤色画素選択手段から出力される赤目の座標値と色情報と、前記第2の最赤色画素選択手段から出力されるもう一つの赤目の座標値と色情報と、前記目領域切り出し手段から出力される赤目を含む領域とを入力として、領域拡張により赤目領域を検出して出力する領域拡張手段と、

前記領域拡張手段が出力する赤目領域信号と、前記赤目を含む画像を入力として、赤目の領域を自然な瞳色へと変更した画像を出力する画像合成手段とを具備することを特徴とする赤目検出補正装置。

【請求項2】前記領域拡張手段は、前記第1の最赤色画素選択手段から出力される赤目の座標値と色情報と、前記第2の最赤色画素選択手段から出力されるもう一つの赤目の座標値と色情報と、色変換手段から出力される色変換された赤目を含む領域信号とを入力として、虹彩形状を考慮しながらの領域拡張により赤目領域を検出して出力することを特徴とする請求項1記載の赤目検出補正装置。

【請求項3】赤目を含む画像と、赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号を入力として、赤目を含む領域を切り出す目領域切り出し手段と、

目領域切り出し手段から出力される赤目を含む領域の色表現を、赤目を検出しやすい色表現へと変換する色変換手段と、

前記色変換手段から出力される色変換された赤目を含む領域から、最も赤い画素を検出して該画素の座標値と色情報を出力する第1の最赤色画素選択手段と、

前記赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号と、前記第1の最赤色画素選択手段から出力される最も赤い画素の座標値から、領域内にもう一つの赤目が存在するかどうか判定し、存在すると判定した場合にもう一つの赤目が存在する領域を切り出す指令信号を出力する赤目位置判定手段と、

前記赤目位置判定手段から出力される領域切り出し指令信号を入力として、前記色変換手段から出力される色変換された赤目を含む領域から、もう一つの赤目が存在する領域を切り出す赤目未検出領域切り出し手段と、

前記赤目未検出領域切り出し手段から出力されるもう一つの赤目が存在する領域から最も赤い画素を検出して該画素の座標値と色情報を出力する第2の最赤色画素選択手段と、

前記第1の最赤色画素選択手段から出力される赤目の座標値と色情報と、前記第2の最赤色画素選択手段から出力されるもう一つの赤目の座標値と色情報と、前記色変換手段から出力される色変換された赤目を含む領域とを入力として、領域拡張により赤目領域を検出して出力する領域拡張手段と、

前記領域拡張手段が出力する赤目領域信号と、前記赤目を含む画像を入力として、赤目の領域を自然な瞳色へと変更した画像を出力する画像合成手段とを具備することを特徴とする赤目検出補正装置。

【請求項4】赤目を含む画像と、赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号を入力として、赤目を含む領域を切り出す目領域切り出し手段と、

前記目領域切り出し手段から出力される赤目を含む領域から、閾値処理により赤い領域を検出して各領域の位置・形状と色情報を出力する第1の赤色閾値処理手段と、

前記第1の赤色閾値処理手段から出力される赤い複数領域の位置・形状と色情報から、最も赤目らしい領域を一つ選択し、赤目領域の位置・形状と色情報を出力する第1の赤目選択手段と、

前記赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号と、前記第1の赤目選択手段から出力される赤目領域の座標値から、領域内にもう一つ赤目が存在するかどうか判定し、存在すると判定した場合にもう一つの赤目が存在する領域を切り出す指令信号を出力する赤目位置判定手段と、

前記赤目位置判定手段から出力される領域切り出し指令信号を入力として、前記目領域切り出し手段から出力される赤目を含む領域から、もう一つの赤目が存在する領域を切り出す赤目未検出領域切り出し手段と、

前記赤目未検出領域切り出し手段から出力されるもう一つの赤目が存在する領域から閾値処理により赤い領域を検出して各領域の位置・形状と色情報を出力する第2の赤色閾値処理手段と、

前記第2の赤色閾値処理手段から出力される赤い複数領域の位置・形状と色情報から、最も赤目らしい領域を一つ選択し、赤目領域の位置・形状と色情報を出力する第2の赤目選択手段と、

2

前記第１の赤目選択手段から出力される赤目領域の位置・形状と色情報と、前記第２の赤目選択手段から出力されるもう一つの赤目領域の位置・形状と色情報と、前記赤目を含む画像を入力として、赤目の領域を自然な瞳色へと変更した画像を出力する画像合成手段とを具備することを特徴とする赤目検出補正装置。

【請求項５】赤目を含む画像と、赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号を入力として、赤目を含む領域を切り出す目領域切り出し手段と、

前記目領域切り出し手段により切り出された赤目を含む領域の色表現を、赤目を検出しやすい色表現へと変換する色変換手段と、

前記色変換手段から出力される色変換された赤目を含む領域から、閾値処理により赤い領域を検出して各領域の位置・形状と色情報を出力する第１の赤色閾値処理手段と、

前記第１の赤色閾値処理手段から出力される赤い複数領域の位置・形状と色情報から、最も赤目らしい領域を一つ選択し、赤目領域の位置・形状と色情報を出力する第１の赤目選択手段と、

前記赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号と、前記第１の赤目選択手段から出力される赤目領域の座標値から、領域内にもう一つ赤目が存在するかどうか判定し、存在すると判定した場合にもう一つの赤目が存在する領域を切り出す指令信号を出力する赤目位置判定手段と、

前記赤目位置判定手段から出力される領域切り出し指令信号を入力として、前記色変換手段から出力される色変換された赤目を含む領域から、もう一つの赤目が存在する領域を切り出す赤目未検出領域切り出し手段と、

前記赤目未検出領域切り出し手段から出力されるもう一つの赤目が存在する領域から閾値処理により赤い領域を検出して各領域の位置・形状と色情報を出力する第２の赤色閾値処理手段と、

前記第２の赤色閾値処理手段から出力される赤い複数領域の位置・形状と色情報から、最も赤目らしい領域を一つ選択し、赤目領域の位置・形状と色情報を出力する第２の赤目選択手段と、

前記第１の赤目選択手段から出力される赤目領域の位置・形状と色情報と、前記第２の赤目選択手段から出力されるもう一つの赤目領域の位置・形状と色情報と、前記赤目を含む画像を入力として、赤目の領域を自然な瞳色へと変更した画像を出力する画像合成手段とを具備することを特徴とする赤目検出補正装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は顔画像からより自然な顔画像を得る顔画像高画質化装置に係わり、詳細にはフラッシュを用いて撮影したときに瞳が赤く撮影されてしまった画像をより自然な瞳色へと変更する赤目検出補正装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】被写体周辺が暗いためフラッシュを用いて人物を撮影するとき、目の瞳孔部分が赤く撮影されてしまう現象がしばしば発生する。これは周囲が暗いために目の瞳孔が開いたために、フラッシュの光が瞳孔を通して網膜で反射し、カメラへ到達することが原因であり、不自然な画像となってしまっていた。特に近年カメラが小型化したことに伴い、撮影レンズとフラッシュそれぞれの光軸が接近したことから、赤目現象がますます発生しやすくなってきている。

【０００３】特公昭５８－４８０８８号公報で示された「フラッシュ撮影における赤目防止方法」は、瞳孔を収縮させるために、撮影直前にフラッシュのみを光らせることにより赤目現象を防ぐものである。しかし被撮影者に大きな違和感を与えたり、バッテリを大きく消耗する問題点がある。

【０００４】特開平４－１９２６８１号で開示された「電子カメラ」では、フラッシュ撮影と通常の撮影を連続的に行うことで、フラッシュに起因する反射成分を検出し除去するものである。しかし対象となる人物が動いている場合、撮影した二枚の画像間で位置ずれが生じたり、通常撮影画像が暗いために反射成分の検出が有効に働かないという問題点がある。

【０００５】また撮影時のフラッシュ利用有無情報や撮影レンズの焦点距離情報、撮影レンズとストロボ発光部間の距離情報を利用する、特開平５－２２４２７１号で開示された「画像処理装置」では、撮影時に情報として上記情報を取得して画像処理部へ伝達する必要があるが、そのような機能を持つカメラは一般的でなく有効ではない。そこで撮影されてしまっている赤い目を検出して自然な目に補正する、赤目検出補正装置が従来から提案・利用されている。

【０００６】図２に入力画像の一例である入力画像信号１を示す。本画像上で瞳中央部の瞳孔が赤くなっているとする。

【０００７】従来の赤目検出補正装置の一例として、特開平６－２５８７３２号で開示された「赤目位置検出装置」から、二つの例をひいて説明する。

【０００８】該装置の第一の例として、以下の機能を持つ装置が該文献中に説明されている。これは現像済みカラーフィルムをカラー撮影してフィルム画像とした後、該フィルム画像から低彩度領域及び低照度領域部の少なくとも一方を抽出することで、黒目を含む領域を抽出する。また該フィルム画像から肌色部を抽出することで、顔を含む領域を抽出する。同様に該撮像されたフィルム画像から赤色部を抽出することで、赤い目領域を抽出する。以上の三領域から、肌色内（顔）の中にある黒い領域（瞳）に、赤い領域（赤目）があることで、赤目領域を自動検出するものである。該文献の実施例では、各領

域検出装置は閾値処理により、顔の中の瞳内の赤目領域の検出装置は、領域拡張や論理積の組み合わせにより実現している。顔や目が楕円形に近い形状をなしているとして領域の選択を行う実施例も、該文献中に記述されている。

【０００９】該装置の第二の例として、以下の機能を持つ装置が該文献中で説明されている。上記従来装置例と同様にカラー撮像したフィルム画像から、ユーザがタッチパネル等の座標指定装置により赤い目の領域のうちの一点を指定することにより、該指定点の色情報を取得する。該色情報に近い色を持つ領域を閾値処理により切り出すことで、赤目領域検出を実現している。

【００１０】更に従来の赤目検出補正装置の一例として、特開平６－３５０９１４号で開示された「赤目修正システム」に基づき、二つの例をひいて説明する。

【００１１】該装置の第一の例として、以下の機能を持つ装置が該文献中で説明されている。現像済みのネガカラーフィルムの像をスキャナによりフィルム画像へと変換した後、フィルム画像中から色について閾値処理することにより、赤目領域検出を行う。該検出領域の輪郭線を抽出した後、該輪郭線の重心位置（x_0，y_0）を通過するｘ軸と平行な軸上の画素の濃度分布を調べる。このとき図３に示した虹彩エッジ２であるx_1とx_4が検出された場合に、最終的に赤目領域であると判定することにより、赤目領域検出を実現している。

【００１２】上記装置例では画面全体に対して赤目検出処理を行っている。赤目検出処理の性能は良くなく、検出失敗がしばしば発生するために、本来赤目領域であるのに検出されない、あるいは赤目領域でないのに検出されてしまうという欠点が存在する。故に該文献中で以下の機能を持つ、該装置の第二の例が説明されている。図４に示した赤目を含む小領域を、赤目指定領域４としてユーザにタッチパネル等を用いて指定させ、該赤目指定領域内のみに対して上記処理を行うことで、ユーザの作業量をあまり増やさずに検出失敗を防ぐ装置を実現している。

【００１３】特開平７－１３２７４号で開示された「赤目修正装置」では、やはりユーザにタッチパネル等を用いて赤目が存在する領域を指定させた後、該領域の平均色度をもとに閾値処理することによって赤目領域検出を実現している。

【００１４】

【発明が解決しようとする課題】従来用いられている赤目領域を自動的に検出する処理は、色に基づく閾値処理や、該処理により検出された領域の形状を特徴とする方法である。このような処理は良い検出精度を持たないために、画面全体に適用する手法は実用的でないことが知られている。一方で赤目領域内の一点をユーザに指定させる方法は、通常該赤目領域は画像上で面積が非常に小さいために、ユーザに大きな労力を強いてしまう。両者

の折衷案である、赤目を含む小さな領域をユーザに指定させる方法は、ユーザの労力も大きくなく検出失敗も抑えることができるために効果的な手法である。しかし従来方法では、画面全体に対する赤目検出処理を単純に領域内へと適用しているだけであり、ユーザが与えた領域の形状情報や検出された赤目領域の位置情報を積極的に用いたものではなかった。そのために十分に検出誤りを減らすことができたとは言い難い。

【００１５】本発明の目的は、目が赤く撮影された画像から、赤くなっている片目あるいは両目を含む小さな領域をユーザが与えることで、領域内の赤目個数を自動判定して位置を検出して修正することができる、赤目検出補正装置を提供することにある。

【００１６】

【課題を解決するための手段】請求項１記載の発明では、（イ）赤目を含む画像と、赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号を入力として、赤目を含む領域を切り出す目領域切り出し手段と、（ロ）前記目領域切り出し手段から出力される赤目を含む領域から、最も赤い画素を検出して該画素の座標値と色情報を出力する第１の最赤色画素選択手段と、（ハ）前記赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号と、前記第１の最赤色画素選択手段から出力される最も赤い画素の座標値から、領域内にもう一つ赤目が存在するかどうか判定し、存在すると判定した場合にもう一つの赤目が存在する領域を切り出す指令信号を出力する赤目位置判定手段と、（ニ）前記赤目位置判定手段から出力される領域切り出し指令信号を入力として、前記目領域切り出し手段から出力される赤目を含む領域から、もう一つの赤目が存在する領域を切り出す赤目未検出領域切り出し手段と、（ホ）前記赤目未検出領域切り出し手段から出力されるもう一つの赤目が存在する領域から最も赤い画素を検出して該画素の座標値と色情報を出力する第２の最赤色画素選択手段と、（ヘ）前記第１の最赤色画素選択手段から出力される赤目の座標値と色情報と、前記第２の最赤色画素選択手段から出力されるもう一つの赤目の座標値と色情報と、前記目領域切り出し手段から出力される赤目を含む領域とを入力として、領域拡張により赤目領域を検出して出力する領域拡張手段と、（ト）前記領域拡張手段が出力する赤目領域信号と、前記赤目を含む画像を入力として、赤目の領域を自然な瞳色へと変更した画像を出力する画像合成手段とを赤目検出補正装置に具備させる。

【００１７】すなわち請求項１の発明では、赤目を検出する際にユーザに赤目を含む小領域を指定させた後に、領域内の赤目個数が１つなのか２つなのかを自動判定して処理するものである。片目だけ赤目になっている場合は図４の赤目指定領域４の指定を、両目ともに赤目になっている場合は図５の赤目指定領域１４の指定もしくは図４の赤目指定領域４の指定を二度、ユーザが指示する

ことは自然である。更に複数名に跨がる赤目領域指定は、顔間の背景を含んでしまうために、現在の赤目の検出率では実用性が低くなってしまう。

【００１８】従来の発明では赤目検出の処理を単純に指定領域に対して適用していたため、領域内の目の個数や配置まで考慮したものではなかった。請求項１記載の発明では、最も赤目らしい画素の位置が赤目指定領域の端に位置していると、反対側にも赤目が存在すると判断して検出することにより、処理範囲内で最も赤目らしい画素位置を独立に求めている。これにより、従来の発明のようにただ単に閾値処理などにより赤目領域を列挙するのではない、実用性が高い赤目検出補正装置を実現している。

【００１９】請求項２記載の発明では、請求項１記載の発明における領域拡張手段が、第１の最赤色画素選択手段から出力される赤目の座標値と色情報と、第２の最赤色画素選択手段から出力されるもう一つの赤目の座標値と色情報と、色変換手段から出力される色変換された赤目を含む領域信号とを入力として、虹彩形状を考慮しながらの領域拡張により赤目領域を検出して出力することを特徴としている。すなわち単純に最赤色画素の座標と色をもとに、その周りの良く似た色の画素を赤目領域とするのではなく、丸いという虹彩形状を考慮しながら領域拡張することで、赤目領域切り出し精度の向上を図ったものである。

【００２０】請求項３記載の発明では、（イ）赤目を含む画像と、赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号を入力として、赤目を含む領域を切り出す目領域切り出し手段と、（ロ）前記目領域切り出し手段により切り出された赤目を含む領域の色表現を、赤目を検出しやすい色表現へと変換する色変換手段と、（ハ）前記色変換手段から出力される色変換された赤目を含む領域から、最も赤い画素を検出して該画素の座標値と色情報を出力する第１の最赤色画素選択手段と、（ニ）前記赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号と、前記第１の最赤色画素選択手段から出力される最も赤い画素の座標値から、領域内にもう一つの赤目が存在するかどうか判定し、存在すると判定した場合にもう一つの赤目が存在する領域を切り出す指令信号を出力する赤目位置判定手段と、（ホ）前記赤目位置判定手段から出力される領域切り出し指令信号を入力として、前記色変換手段から出力される色変換された赤目を含む領域から、もう一つの赤目が存在する領域を切り出す赤目未検出領域切り＊出し手段と、（ヘ）前記赤目未検出領域切り出し手段から出力されるもう一つの赤目が存在する領域から最も赤い画素を検出して該画素の座標値と色情報を出力する第２の最赤色画素選択手段と、（ト）前記第１の最赤色画素選択手段から出力される赤目の座標値と色情報と、前記第２の最赤色画素選択手段から出力されるもう一つの赤目の座標値と色情報と、前記色変換手段から出力される色変換された赤目を含む領域とを入力として、領域拡張により赤目領域を検出して出力する領域拡張手段と、（チ）前記領域拡張手段が出力する赤目領域信号と、前記赤目を含む画像を入力として、赤目の領域を自然な瞳色へと変更した画像を出力する画像合成手段とを赤目検出補正装置に具備させる。

【００２１】すなわち請求項３の発明では、請求項１の発明において目領域切り出し手段の後段に、赤目を検出しやすい色表現に変換する色変換手段を備えることを特徴としている。例えばＨＳＶ色表現はＲＧＢ色表現から簡易に変換可能であるとともに、赤色検出のための閾値設定が容易である。

【００２２】文献「画像解析ハンドブック（東京大学出版会・１９９１年発行）」４８６・４８７ページを参照して、ＲＧＢからＨＳＶ色表現への変換を説明する。なお本文中ではＨＳＩ６角錘カラーモデルによる変換と題されている。

【００２３】ＨＳＶはそれぞれＨ：色相・Ｓ：彩度・Ｖ：明度である。このように色変換することで、明るさと色とを分離した（明度と色相・彩度）閾値設定が可能になること、色も鮮やかさとその色調（彩度と色相）を分離した閾値設定が可能になることで、ＲＧＢ色表現等をそのまま利用するよりも扱いやすくなっている。これにより、更に精度向上した赤目検出補正装置を実現することができる。またＨＳＶでなくとも同様の閾値設定が可能な色表現へと変換する色変換手段であれば、本請求項３の発明の色変換手段として利用することができる。

【００２４】明度Ｖを式（１）により定義する。

【００２５】

$$V=\max\{R,\ G,\ B\} \qquad (1)$$

ここでｍａｘ｛｝は｛｝内のうち最大の値を返す関数である。

【００２６】もしＶが０であるときは、Ｈ・Ｓは式（２）の値をとることにする。

【００２７】

【数１】

$$\begin{cases} V=0\text{のとき}S=0,\ H=\text{不定} \\ \text{それ以外のとき}S=\dfrac{I-i}{I}\text{、但し}i=\min\{R,G,B\},\ H\text{は式(3)と(4)により求める} \end{cases} \qquad \ldots(2)$$

【００２８】ここでｍｉｎ｛｝は｛｝内のうち最小の値を返す関数である。

【００２９】次に、ｒ，ｇ，ｂを式（４）で求める。

【００３０】

【数２】

$$\begin{cases} r = \dfrac{I-R}{I-i} \\ g = \dfrac{I-G}{I-i} \\ b = \dfrac{I-B}{I-i} \end{cases} \quad \cdots(3)$$

【００３１】最後にＨを式（５）により定めることにより、ＲＧＢ色表現からＨＳＶ色表現へと変換することができる。

【００３２】

【数３】

$$\begin{cases} R = I\text{のとき} H = \dfrac{\pi}{3}(b-g) \\ G = I\text{のとき} H = \dfrac{\pi}{3}(2+r-b) \\ B = I\text{のとき} H = \dfrac{\pi}{3}(4+g-r) \end{cases} \quad \cdots(4)$$

【００３３】請求項４記載の発明では、（イ）赤目を含む画像と、赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号を入力として、赤目を含む領域を切り出す目領域切り出し手段と、（ロ）前記目領域切り出し手段から出力される赤目を含む領域から、閾値処理により赤い領域を検出して各領域の位置・形状と色情報を出力する第１の赤色閾値処理手段と、（ハ）前記第１の赤色閾値処理手段から出力される赤い複数領域の位置・形状と色情報から、最も赤目らしい領域を一つ選択し、赤目領域の位置・形状と色情報を出力する第１の赤目選択手段と、（ニ）前記赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号と、前記第１の赤目選択手段から出力される赤目領域の座標値から、領域内にもう一つ赤目が存在するかどうか判定し、存在すると判定した場合にもう一つの赤目が存在する領域を切り出す指令信号を出力する赤目位置判定手段と、（ヘ）前記赤目位置判定手段から出力される領域切り出し指令信号を入力として、前記目領域切り出し手段から出力される赤目を含む領域から、もう一つの赤目が存在する領域を切り出す赤目未検出領域切り出し手段と、（ト）前記赤目未検出領域切り出し手段から出力されるもう一つの赤目が存在する領域から閾値処理により赤い領域を検出して各領域の位置・形状と色情報を出力する第２の赤色閾値処理手段と、（チ）前記第２の赤色閾値処理手段から出力される赤い複数領域の位置・形状と色情報から、最も赤目らしい領域を一つ選択し、赤目領域の位置・形状と色情報を出力する第２の赤目選択手段と、（リ）前記第１の赤目選択手段から出力される赤目領域の位置・形状と色情報と、前記第２の赤目選択手段から出力されるもう一つの赤目領域の位置・形状と色情報と、前記赤目を含む画像を入力として、赤目の領域を自然な瞳色へと変更した画像を出力する画像合成手段とを具備することを特徴としている。

【００３４】すなわち請求項１記載の発明では、赤目領域のうちの一点を第１の最赤色選択手段・第２の最赤色画素選択手段で選択した後、領域拡張手段により赤目領域を取得しているが、この請求項４記載の発明では、第１の赤色閾値処理手段・第２の赤色閾値処理手段により、入力信号中の赤目領域となりうる候補を複数求めた後、その中で最も赤目領域らしい領域を、形状情報や色情報をもとにして選択・取得することを特徴としている。赤目領域らしいとは、例えば以下のコストを計算して実現できる。

【００３５】

コスト＝（赤色らしさ）＋（円形形状らしさ）　　…（５）

ここで赤色らしさとは、あらかじめ定義した赤色に近ければ近いほど小さな値をとるコストであり、具体的には定義値との差分の絶対値等で実現できる。また円形形状らしさとは円形に近いほど小さな値をとるコストであり、具体的には領域重心位置と各領域境界座標点の間の距離の分散等で実現できる。

【００３６】これにより、従来の発明のようにただ単に閾値処理などにより赤目領域を列挙するのではない、実用性が高い赤目検出補正装置を実現している。

【００３７】請求項５記載の発明は、（イ）赤目を含む画像と、赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号を入力として、赤目を含む領域を切り出す目領域切り出し手段と、（ロ）前記目領域切り出し手段により切り出された赤目を含む領域の色表現を、赤目を検出しやすい色表現へと変換する色変換手段と、（ハ）前記色変換手段から出力される色変換された赤目を含む領域から、閾値処理により赤い領域を検出して各領域の位置・形状と色情報を出力する第１の赤色閾値処理手段と、（ニ）前記第１の赤色閾値処理手段から出力される赤い複数領域の位置・形状と色情報から、最も赤目らしい領域を一つ選択し、赤目領域の位置・形状と色情報を出力する第１の赤目選択手段と、（ホ）前記赤目を含む小領域をユーザにより指定された信号と、前記第１の赤目選択手段から出力される赤目領域の座標値から、領域内にもう一つ赤目が存在するかどうか判定し、存在すると判定した場合にもう一つの赤目が存在する領域を切り出す指令信号を出力する赤目位置判定手段と、（ヘ）前記赤目位置判定手段から出力される領域切り出し指令信号を入力として、前記色変換手段から出力される色変換された赤目を含む領域から、もう一つの赤目が存在する領域を切り出す赤目未検出領域切り出し手段と、（ト）前記赤目未検出領域切り出し手段から出力されるもう一つの赤目が存在する領域から閾値処理により赤い領域を検出して各領域の位置・形状と色情報を出力する第２の赤色閾値処

理手段と、（チ）前記第２の赤色閾値処理手段から出力される赤い複数領域の位置・形状と色情報から、最も赤目らしい領域を一つ選択し、赤目領域の位置・形状と色情報を出力する第２の赤目選択手段と、（リ）前記第１の赤目選択手段から出力される赤目領域の位置・形状と色情報と、前記第２の赤目選択手段から出力されるもう一つの赤目領域の位置・形状と色情報と、前記赤目を含む画像を入力として、赤目の領域を自然な瞳色へと変更した画像を出力する画像合成手段とを具備することを特徴としている。

【００３８】すなわち請求項５の発明では、請求項４の発明において目領域切り出し手段の後段に、赤目を検出しやすい色表現に変換する色変換手段を備えることを特徴としている。請求項３の発明と同様の特徴を持つことにより、赤色検出のための閾値設定が容易となりより精度の高い赤目検出補正装置を実現する。

【００３９】

【発明の実施の形態】以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【００４０】図１は本発明の第一の実施例における赤目検出補正装置の構成を表したブロック図である。図示し＊

＊ない画像入力装置から得られた赤目を含む入力画像信号１と、図示しない座標入力装置から得られた赤目を含む小領域をユーザにより指定された領域指定信号５は、目領域切り出し手段４１に入力されて、赤目を含む領域を切り出されて目領域画像信号６として出力される。領域指定信号５は、大きさがX_L，Y_Lなる大きさの矩形であるとする。該目領域画像信号６は、第１の最赤色画素選択手段４３に入力されて、最も赤い画素を検出して該画素の座標値と色情報を第一赤目位置・色信号８として出力される。

【００４１】前記領域指定信号５と、該第一赤目位置・色信号８は、赤目位置判定手段４４に入力されて、指定領域内中の赤目が検出された位置から、もう一つ赤目が存在するかどうかを判定する。領域の端で赤目が検出された場合、反対側にもう一つ赤目が存在すると判定し、もう一つの赤目が存在する領域を切り出す指令信号である領域切り出し駆動信号９を出力する。検出した赤目の座標位置を（x_e，y_e）としたとき本判定は式（６）に従い実行される。

【００４２】

【数４】

$$\begin{cases} x_e < \lambda_0 X_L \text{のとき、} x\text{座標値}\mu_0 X_L \text{から} X_L \text{の間で赤目が存在} \\ \lambda_1 X_L < x_e \text{のとき、} x\text{座標値}0\text{から}\mu_1 X_L \text{の間で赤目が存在} \\ \text{上記以外のとき、領域内の赤目は一つのみ} \end{cases} \quad \cdots(6)$$

【００４３】但しλ_0，λ_1，μ_0，μ_1はそれぞれ０から１までの間の値を取る、あらかじめ与えておくパラメータである。

【００４４】該領域切り出し駆動信号９に基づいて、前記目領域画像信号６を入力として、赤目未検出領域切り出し手段４６は、もう一つの赤目が存在する領域を切り出して未検出領域画像信号１１として出力する。該未検出領域画像信号１１を入力として、第２の最赤色画素選択手段４７は、最も赤い画素を検出して該画素の座標値と色情報を第二赤目位置・色信号１２として出力する。

【００４５】前記第一赤目位置・色信号８と、前記赤目位置・色信号１２を入力として、領域拡張手段４５は、検出された画素の周辺で良く似た色を持つ画素を順次領域拡張してゆくことによって赤目領域を検出して、赤目領域信号１０として出力する。該赤目領域信号１０と入力画像信号１を入力として、画像合成手段４８は、赤目領域を自然な瞳色へと変更して、自然な顔画像を補正画像信号１３として出力する。

【００４６】なお、この第一の実施例では、領域拡張手段４５では検出された画素位置周辺の画素から、良く似た色の画素を順次領域拡張してゆくことで赤目領域検出を行っているが、虹彩の形状を考慮して円状に領域拡張することや、虹彩エッジを検出してエッジ内の領域まで拡張することも赤目領域検出は可能である。

【００４７】図６は本発明の第二の実施例における赤目検出補正装置の構成を表したブロック図である。図示しない画像入力装置から得られた赤目を含む入力画像信号１と、図示しない座標入力装置から得られた赤目を含む小領域をユーザにより指定された領域指定信号５は、目領域切り出し手段４１に入力されて、赤目を含む領域を切り出されて目領域画像信号６として出力される。該目領域画像信号６は、色変換手段４２によって、赤目が検出しやすい色表現、例えばＨＳＶ色表現へと変換されて、目領域色変換画像信号７として出力される。ＲＧＢからＨＳＶ色表現への変換は式（１）から（４）に基づいて行うことができる。該目領域色変換画像信号７は、第１の最赤色画素選択手段４３に入力されて、最も赤い画素を検出して該画素の座標値と色情報を第一赤目位置・色信号８として出力される。

【００４８】前記領域指定信号５と、該第一赤目位置・色信号８、赤目位置判定手段４４に入力されて、指定領域内中どの位置に赤目が検出されたかから、もう一つ赤目が存在するかどうかを判定する。領域の端で赤目が検出された場合、反対側にもう一つ赤目が存在すると判定し、もう一つの赤目が存在する領域を切り出す指令信号である領域切り出し駆動信号９を出力する。判定は式

（6）に基づいて実行する。

【0049】該領域切り出し駆動信号9に基づいて、前記目領域色変換画像信号7を入力として、赤目未検出領域切り出し手段46は、もう一つの赤目が存在する領域を切り出して未検出領域画像信号11として出力する。該未検出領域画像信号11を入力として、第2の最赤色画素選択手段47は、最も赤い画素を検出して該画素の座標値と色情報を第二赤目位置・色信号12として出力する。

【0050】前記第一赤目位置・色信号8と、前記赤目位置・色信号12を入力として、領域拡張手段45は、検出された画素の周辺で良く似た色を持つ画素を順次領域拡張してゆくことによって赤目領域を検出して、赤目領域信号10として出力する。該赤目領域信号10と入力画像信号1を入力として、画像合成手段48は、赤目領域を自然な瞳色へと変更して、自然な顔画像を補正画像信号13として出力する。

【0051】なお、この第二の実施例では色変換手段42による変換後の色表現としてＨＳＶ色表現を用いたが、赤色の切り出しが容易である色表現であれば、Ｌａｂ色表現など、どのような色表現であっても良いことは言うまでもない。同様にこの第二の実施例では、領域拡張手段45では検出された画素位置周辺の画素から、良く似た色の画素を順次領域拡張してゆくことで赤目領域検出を行っているが、虹彩の形状を考慮して円状に領域拡張することや、虹彩エッジを検出してエッジ内の領域まで拡張することでも赤目領域検出は可能である。

【0052】図7は本発明の第三の実施例における赤目検出補正装置の構成を表したブロック図である。図示しない画像入力装置から得られた赤目を含む入力画像信号1と、図示しない座標入力装置から得られた赤目を含む小領域をユーザにより指定された領域指定信号5は、目領域切り出し手段41に入力されて、赤目を含む領域を切り出されて目領域画像信号6として出力される。該目領域画像信号6は、第1の赤色閾値処理手段49へと入力されて、あらかじめ設定された閾値により一つもしくは複数の赤色領域を検出し、該赤色領域の座標位置・形状情報と色情報とを第一赤目領域候補信号15として出力する。該第一赤目領域候補信号15は、第1の赤目選択手段50に入力されて、赤くて円形をなしている領域を一つ選択して赤目領域であるとし、赤目領域の位置・形状と色情報を第一赤目領域信号16として出力する。赤くて円形をなしているという条件は、式（5）のコスト等を計算することで実現できる。

【0053】前記領域指定信号5と、前記第一赤目領域信号16は、赤目位置判定手段44に入力されて、指定領域内中どの位置に赤目が検出されたかから、もう一つの赤目が存在するかどうかを判定する。領域の端で赤目が検出された場合、反対側にもう一つ赤目が存在すると判定し、もう一つの赤目が存在する領域を切り出す指令信号である領域切り出し駆動信号9を出力する。判定は式（6）に基づいて実現できる。このうち赤色らしさは、領域内の画素が持つ平均色と、あらかじめ設定した赤目色との差分の絶対値で、また円形らしさは、領域の重心位置と領域境界点との距離を計算し、該距離の平均値と各領域境界点間距離との差分の絶対値で計算する。

【0054】該領域切り出し駆動信号9に基づいて、目領域画像信号6を入力として、赤目未検出領域切り出し手段46は、もう一つの赤目が存在する領域を切り出して未検出領域画像信号11として出力する。該未検出領域画像信号11を入力として、第2の赤色閾値処理手段51は、あらかじめ設定された閾値により一つもしくは複数の赤色領域を検出し、該赤色領域の座標位置・形状情報と色情報を第二赤目領域候補信号17として出力する。該第二赤目領域候補信号17は、第2の赤目選択手段52に入力されて、赤くて円形をなしている領域を一つ選択して赤目領域であるとし、赤目領域の位置・形状と色情報を第二赤目領域信号18として出力する。前記第一赤目領域信号16と該第二赤目領域信号18、入力画像信号1を入力として、画像合成手段48は、赤目領域を自然な瞳色へと変更して、自然な顔画像を補正画像信号13として出力する。

【0055】すなわち第一の実施例では、赤目領域のうちの一点を第1の最赤色画素選択手段・第2の最赤色画素選択手段で選択した後、領域拡張手段により赤目領域を取得しているが、この第三の実施例では、第1の赤色閾値処理手段・第2の赤色閾値処理手段により、入力信号中の赤目領域となりうる候補を複数求めた後、その中で最も赤目領域らしい領域を、形状情報や色情報をもとにして選択・取得することを特徴としている。これにより、従来の発明のようにただ単に閾値処理などにより赤目領域を列挙するのではない、実用性が高い赤目検出補正装置を実現している。

【0056】図8は本発明の第四の実施例における赤目検出補正装置の構成を表したブロック図である。図示しない画像入力装置から得られた赤目を含む入力画像信号1と、図示しない座標入力装置から得られた赤目を含む小領域をユーザにより指定された領域指定信号5は、目領域切り出し手段41に入力されて、赤目を含む領域を切り出されて目領域画像信号6として出力される。該目領域画像信号6は、色変換手段42によって、赤目が検出しやすい色表現、例えばＨＳＶ色表現へと変換されて、目領域色変換画像信号7として出力される。ＲＧＢからＨＳＶ色表現への変換は式（1）から（4）に基づいて行うことができる。該目領域色変換画像信号7は、第1の赤色閾値処理手段49へと入力されて、あらかじめ設定された閾値により一つもしくは複数の赤色領域を検出し、該赤色領域の座標位置・形状情報と色情報を第一赤目領域候補信号15として出力する。該第一赤目領域候補信号15は、第1の赤目選択手段50に入力され

て、赤くて円形をなしている領域を一つ選択して赤目領域であるとし、赤目領域の位置・形状と色情報を第一赤目領域信号１６として出力する。赤くて円形をなしているという条件は、式（６）のコスト等を計算することで実現できる。このうち赤色らしさは、領域内の画素が持つ平均色と、あらかじめ設定した赤目色との差分の絶対値で、また円形らしさは、領域の重心位置と領域境界点との距離を計算し、該距離の平均値と各領域境界点間距離との差分の絶対値で計算する。

【００５７】前記領域指定信号５と、前記第一赤目領域信号１６は、赤目位置判定手段４４に入力されて、指定領域内中どの位置に赤目が検出されたかから、もう一つ赤目が存在するかどうかを判定する。領域の端で赤目が検出された場合、反対側にもう一つ赤目が存在すると判定し、もう一つの赤目が存在する領域を切り出す指令信号である領域切り出し駆動信号９を出力する。

【００５８】該領域切り出し駆動信号９に基づいて、目領域色変換画像信号７を入力として、赤目未検出領域切り出し手段４６は、もう一つの赤目が存在する領域を切り出して第２の未検出領域画像信号１１として出力する。該未検出領域画像信号１１を入力として、赤色閾値処理手段５１は、あらかじめ設定された閾値により一つもしくは複数の赤色領域を検出し、該赤色領域の座標位置・形状情報と色情報を第二赤目領域候補信号１７として出力する。該第二赤目領域候補信号１７は、第２の赤目選択手段５２に入力されて、赤くて円形をなしている領域を一つ選択して赤目領域であるとし、赤目領域の位置・形状と色情報を第二赤目領域信号１８として出力する。前記第一赤目領域信号１６と該第二赤目領域信号１８、入力画像信号１を入力として、画像合成手段４８は、赤目領域を自然な瞳色へと変更して、自然な顔画像を補正画像信号１３として出力する。

【００５９】なお、この第二の実施例では色変換手段４２による変換後の色表現としてＨＳＶ色表現を用いたが、赤色の切り出しが容易である色表現であれば、Ｌａｂ色表現など、どのような色表現であっても良いことは言うまでもない。

【００６０】

【発明の効果】本発明により、目が赤く撮影された画像から、赤くなっている片目あるいは両目を含む領域をユーザから指示することで、領域内の赤目個数を自動判定して位置を検出して修正することができる、検出能力の高い赤目検出補正装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第一の実施例である赤目検出補正装置の構成図である。

【図２】入力画像信号１の説明図である。

【図３】目の詳細な説明図である。

【図４】赤目を含む領域指定の説明図である。

【図５】両目を含む領域指定の説明図である。

【図６】本発明の第二の実施例である赤目検出補正装置の構成図である。

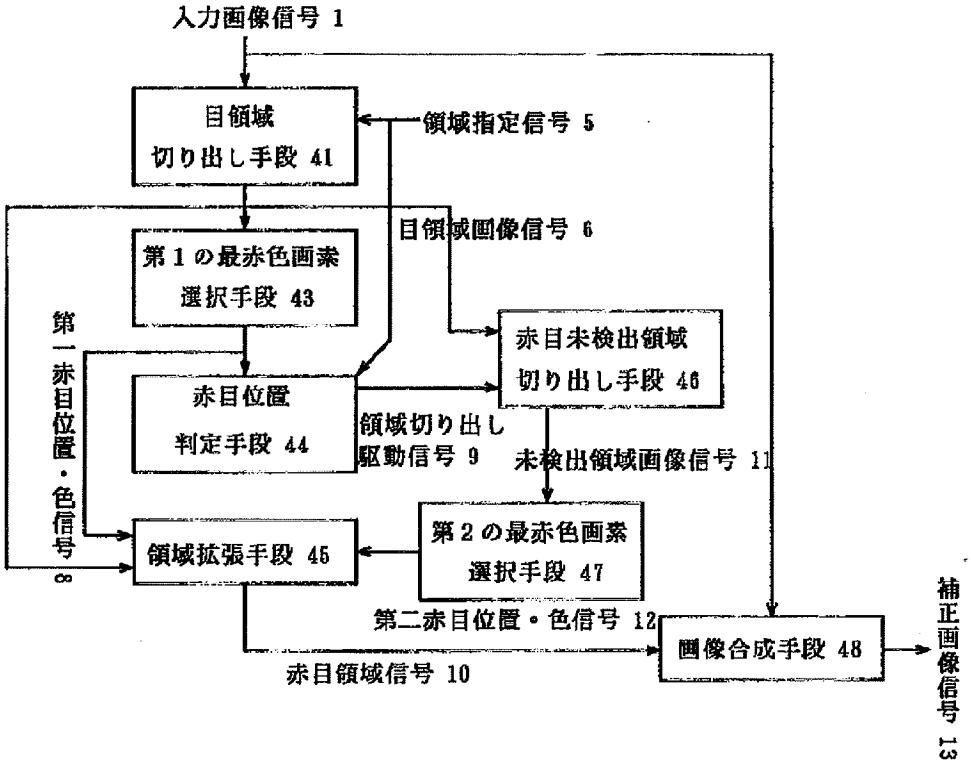
【図７】本発明の第三の実施例である赤目検出補正装置の構成図である。

【図８】本発明の第四の実施例である赤目検出補正装置の構成図である。

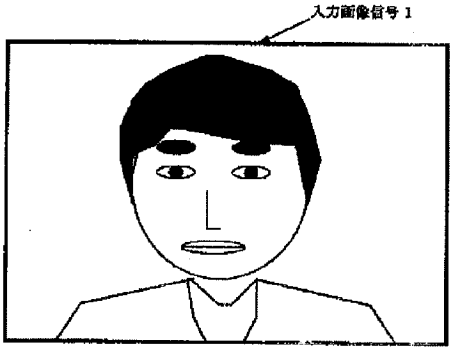
【符号の説明】

１　入力画像信号
２　虹彩エッジ
３　瞳孔（赤目部）
４　赤目指定領域
５　領域指定信号
６　目領域画像信号
７　目領域色変換画像信号
８　第一赤目位置・色信号
９　領域切り出し駆動信号
１０　赤目領域信号
１１　未検出領域画像信号
１２　第二赤目位置・色信号
１３　補正画像信号
１４　赤目指定領域
１５　第一赤目領域候補信号
１６　第一赤目領域信号
１７　第二赤目領域候補信号
１８　第二赤目領域信号
４１　目領域切り出し手段
４２　色変換手段
４３　第１の最赤色画素選択手段
４４　赤目位置判定手段
４５　領域拡張手段
４６　未検出領域切り出し手段
４７　第２の最赤色画素選択手段
４８　画像合成手段
４９　第１の赤色閾値処理手段
５０　第１の赤目選択手段
５１　第２の赤色閾値処理手段
５２　第２の赤目選択手段

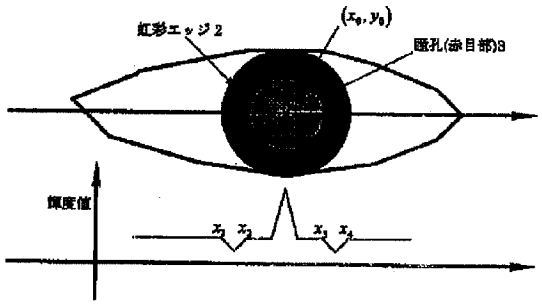
【図1】


入力画像信号 1
目領域
切り出し手段 41
領域指定信号 5
目領域画像信号 6
第1の最赤色画素
選択手段 43
第一赤目位置・色信号 8
赤目未検出領域
切り出し手段 46
赤目位置
判定手段 44
領域切り出し
駆動信号 9
未検出領域画像信号 11
第2の最赤色画素
選択手段 47
領域拡張手段 45
第二赤目位置・色信号 12
画像合成手段 48
赤目領域信号 10
補正画像信号 13

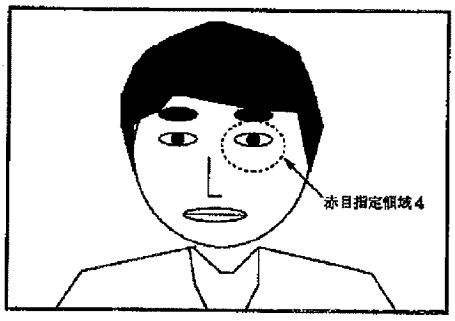
【図2】


入力画像信号 1

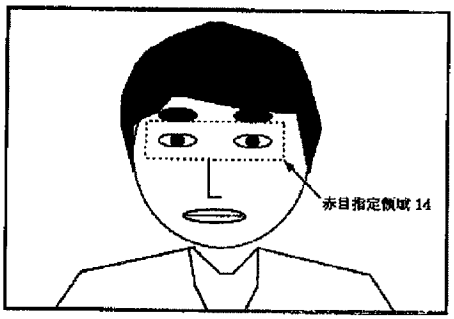
【図3】


虹彩エッジ 2
瞳孔(赤目部)3
輝度値

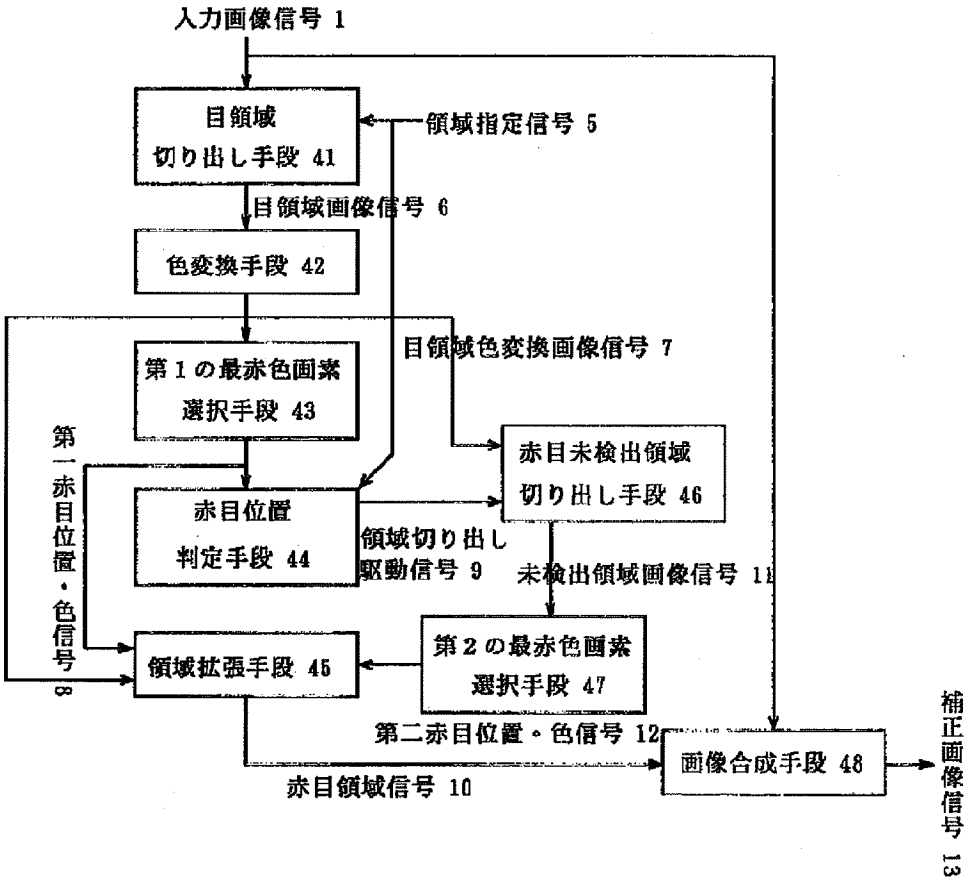
【図4】


赤目指定領域 4

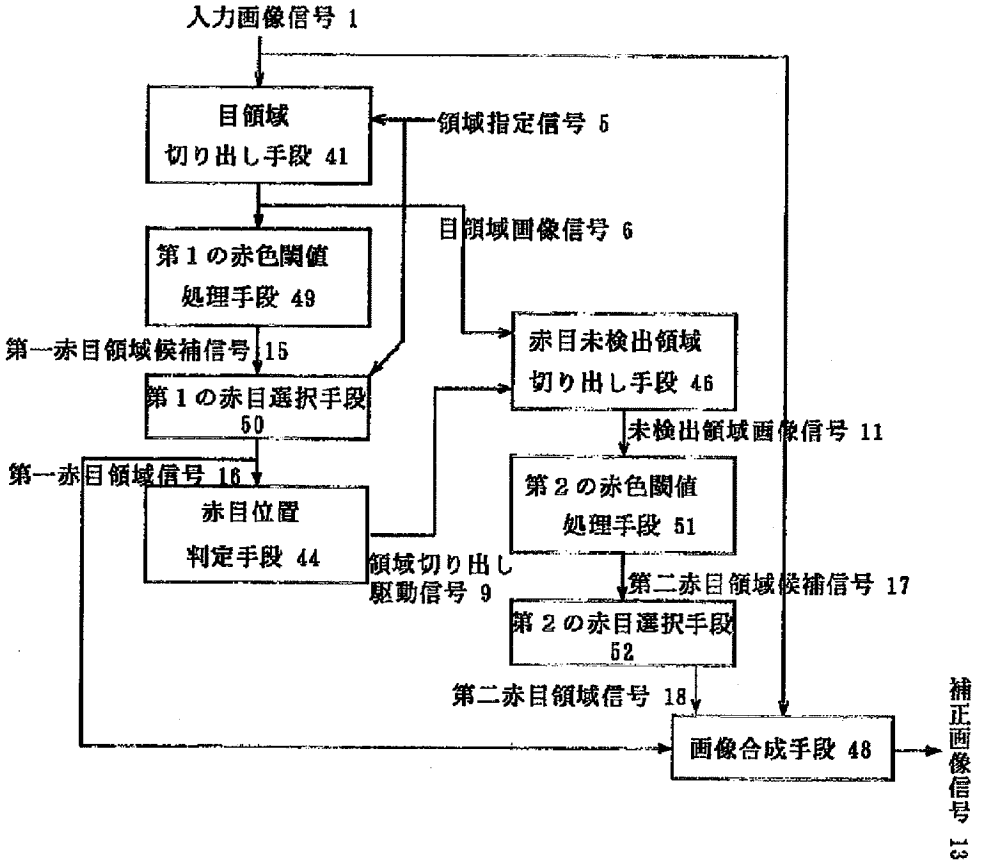
【図5】


赤目指定領域 14

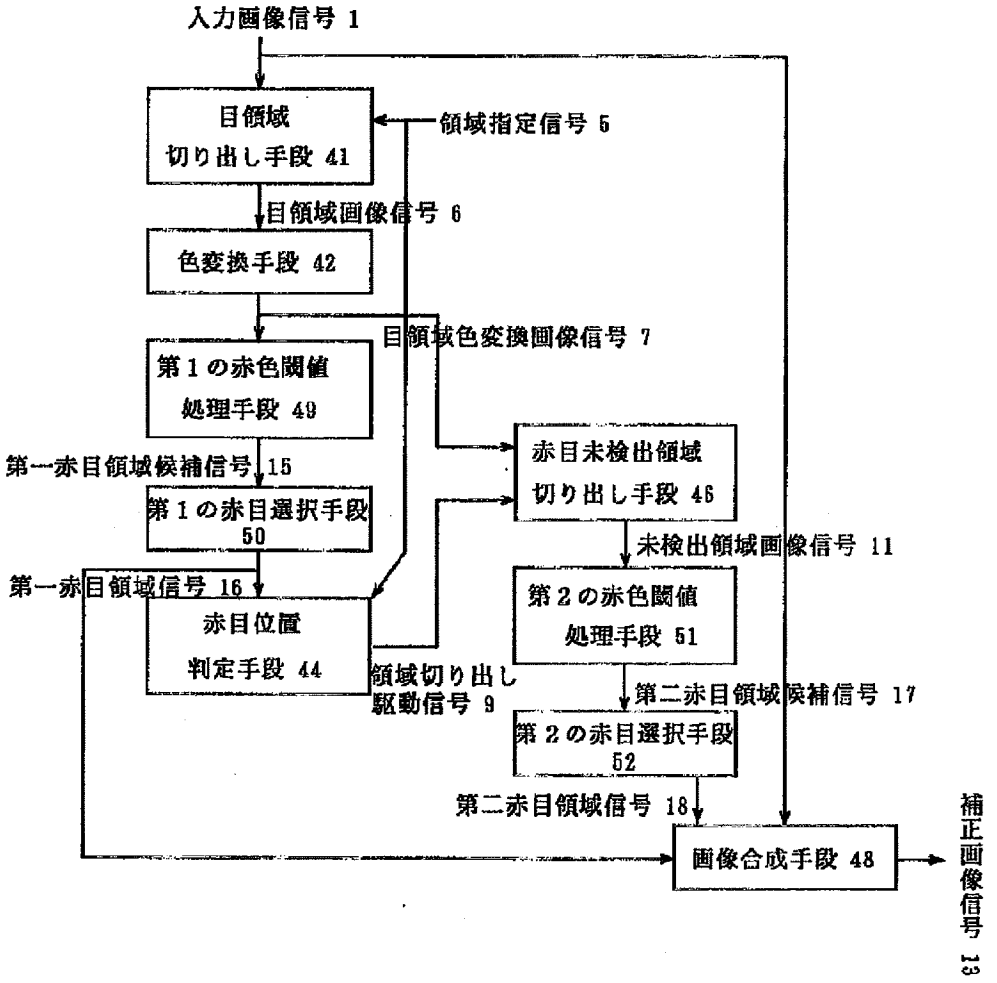
【図6】


入力画像信号 1
目領域
切り出し手段 41
領域指定信号 5
目領域画像信号 6
色変換手段 42
目領域色変換画像信号 7
第１の最赤色画素
選択手段 43
第一赤目位置・色信号 8
赤目未検出領域
切り出し手段 46
赤目位置
判定手段 44
領域切り出し
駆動信号 9
未検出領域画像信号 11
領域拡張手段 45
第２の最赤色画素
選択手段 47
第二赤目位置・色信号 12
赤目領域信号 10
画像合成手段 48
補正画像信号 13

【図7】


入力画像信号 1
目領域
切り出し手段 41
領域指定信号 5
目領域画像信号 6
第１の赤色閾値
処理手段 49
第一赤目領域候補信号 15
第１の赤目選択手段
50
第一赤目領域信号 16
赤目位置
判定手段 44
領域切り出し
駆動信号 9
赤目未検出領域
切り出し手段 46
未検出領域画像信号 11
第２の赤色閾値
処理手段 51
第二赤目領域候補信号 17
第２の赤目選択手段
52
第二赤目領域信号 18
画像合成手段 48
補正画像信号 13

【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.[6]		識別記号	庁内整理番号	F I		技術表示箇所
H04N	9/04			H04N	9/64	R
	9/64			G06F	15/62	380